

تأثیر تروگزروتین بر سطح سرمی گلوکز و فعالیت لاکتات دهیدروژناز متعاقب شنا وامانده ساز در موش های صحرایی نر

محمد زمانیان^۱، محمدرضا حاجی زاده^۲، علی شمس زاده^۳، الهام حکیمی زاده^۴، محمدالله توکلی^{۳،۱*}
^۱مرکز تحقیقات فیزیولوژی- فارماکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران؛ ^۲گروه بیوشیمی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران؛ ^۳گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران.
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۵

چکیده:

زمینه و هدف: ورزش وامانده ساز منجر به آسیب عضلانی و کاهش منابع انرژی نظیر گلوکز می شود. هدف مطالعه حاضر بررسی اثر مکمل تروگزروتین بر سطح سرمی گلوکز و فعالیت لاکتات دهیدروژناز متعاقب شنا وامانده ساز در موش های صحرایی نر بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۳۲ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار به صورت تصادفی به ۴ گروه کنترل، ورزش + ۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم، ورزش + ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم و ورزش + ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تیمار تروگزروتین تقسیم شدند. کلیه حیوانات به مدت ۳۰ روز تمرین شنا (۵ بار در هفته) انجام دادند. تروگزروتین به صورت خوراکی روزانه به مدت ۳۰ روز تجویز شد. در روز سیام ورزش شنا وامانده ساز انجام و سطح سرمی گلوکز و فعالیت لاکتات دهیدروژناز اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که مکمل تروگزروتین به طور معنی داری سطح سرمی گلوکز را در مقایسه با گروه کنترل افزایش می دهد ($P < 0/001$) و همچنین فعالیت لاکتات دهیدروژناز در گروه ورزش + تروگزروتین (۳۰۰) در مقایسه با گروه های کنترل و ورزش + تروگزروتین (۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) کاهش یافت ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: مطالعه حاضر نشان داد که تروگزروتین می تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش آسیب عضلانی ناشی از ورزش شنا وامانده ساز داشته باشد.

واژه های کلیدی: فلاونوئید، خستگی عضلانی، آزمون شنا وامانده ساز.

مقدمه:

برخی مطالعات تجربی نشان داده اند که تجویز پلی فنول هایی نظیر rutin، resveratrol و quercetin-3-o-gentibiose به عنوان مولکول های فعال زیستی گیاهان با افزایش ذخایر انرژی نظیر گلوکز و کاهش فعالیت LDH طی ورزش شنا وامانده ساز تأثیر قابل توجهی در به تعویق انداختن زمان خستگی عضلانی و افزایش عملکرد ورزشی دارند (۹-۱۱). فلاونوئیدها به عنوان متابولیت های ثانویه موجود در گیاهان از خانواده پلی فنول ها به شمار می آیند که با داشتن گروه های هیدروکسیل خاصیت آنتی اکسیدانی دارند (۱۲).

ورزش منظم در پیشگیری و درمان بیماری های قلبی- عروقی، دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک و اختلالات عصبی نظیر آلزایمر، نقش به سزایی دارد (۱-۴). با وجود فواید فراوان ورزش، ورزش های شدید و وامانده ساز (Exhaustive Exercise) سبب ایجاد آسیب عضلانی می شوند (۵)؛ همچنین آسیب عضلانی ناشی از ورزش سبب بروز خستگی می گردد (۶). گلوکز و لاکتات دهیدروژناز (Lactate Dehydrogenase) از شاخص های مرتبط با آسیب و خستگی عضلانی ناشی از ورزش وامانده ساز می باشند (۷، ۸).

*نویسنده مسئول: رفسنجان- دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان- مرکز تحقیقات فیزیولوژی- فارماکولوژی- تلفن: ۰۹۱۳۲۹۲۶۲۴۱

E-mail: m_alahavakoli@rums.ac.ir

حیوانات به طور تصادفی در ۴ گروه ۸ تایی به شرح زیر تقسیم شدند: ۱) گروه کنترل: دریافت آب مقطر (۳ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن بر روز) + ورزش؛ ۲) گروه آزمایش اول: دریافت ۷۵ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن بر روز تروگزروتین + ورزش (ورزش + TRX75)؛ ۳) گروه آزمایش دوم: دریافت ۱۵۰ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن بر روز تروگزروتین + ورزش (ورزش + TRX150)؛ ۴) گروه آزمایش سوم: دریافت ۳۰۰ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن بر روز تروگزروتین + ورزش (ورزش + TRX300).

جهت کاهش استرس و سازش با ورزش شنا همه موش ها قبل از شروع تجربه، ۳ بار در ۱ هفته به مدت ۱۵ دقیقه شنا انجام دادند (۲۰)؛ سپس هر حیوان در روز اول تجربه ۳۰ دقیقه تمرین، روز دوم ۴۵ دقیقه تمرین و در ۳ روز بعد ۱ ساعت تمرین در استخری استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۶۵ و شعاع ۲۰ سانتی متر (ارتفاع آب ۴۰ سانتی متر) با دمای آب 25 ± 2 درجه سانتی گراد انجام داد (۵ بار در هفته) در هفته‌های دوم، سوم و چهارم تجربه کلیه حیوانات ۱ ساعت تمرین (۵ بار در هفته) انجام دادند (۲۱، ۲۲).

ورزش شنا وامانده ساز به عنوان یک تست به منظور ارزیابی زمان واماندگی و بررسی شاخص‌های مرتبط با آن استفاده می‌شود (۲۳، ۲۴). پس از پایان ۳۰ روز تجربه، به منظور افزایش شدت ورزش وزنه‌ای معادل ۵٪ وزن حیوان به ریشه‌ی دم آن آویزان نمودیم و جداگانه در استخر، ورزش شنا انجام داد. زمانی که حیوان به مدت ۷ ثانیه زیر آب رفته و جهت نفس کشیدن قادر به بازگشت به سطح آب نبوده آن را از آب خارج و خشک نمودیم (۲۲). بلافاصله، موش‌ها را با گیوتین کشته (decapitation) و نمونه‌های خون جمع‌آوری شده جهت تهیه سرم در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در آزمایشگاه پاتوبیولوژی دانشکده پزشکی رفسنجان سانتریفیوژ شدند و با استفاده از اتوآنالایزر سطح (Biotechnica, BT 4500, and Rome, Italy)

تروگزروتین (ویتامین TRX,P4)، با فرمول شیمیایی C33H42O19 از فلاونوئید روتین مشتق می‌شود. این فلاونوئید عمدتاً از گیاه تلخ بیان ژاپنی (Sophora Japonica) استخراج می‌گردد که در چای، قهوه و برخی میوه‌ها نیز یافت می‌شود (۱۳، ۱۴). تروگزروتین خواص فارماکولوژیکی متنوعی نظیر اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، محافظت کننده کبدی و آنتی ترومبوتیک دارد (۱۵، ۱۶).

با توجه به این که برخی ترکیبات پلی فنولی در کاهش آسیب عضلانی و به تعویق انداختن خستگی عضلانی و بهبود بخشیدن عملکرد ورزشی نقش مفیدی داشته‌اند و اینکه تاکنون اثر این فلاونوئید روی آسیب عضلانی بررسی نشده است؛ لذا هدف مطالعه حاضر بررسی اثر تروگزروتین بر سطح سرمی گلوکز و فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز متعاقب شنا وامانده ساز در موش‌های صحرایی نر بود.

روش بررسی:

در این مطالعه تجربی، ۳۲ سر موش صحرایی نر از نژاد ویستار، با سن ۱۲ هفته و در محدوده وزنی ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرم از خانه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان خریداری شد. در تمام مدت آزمایش، حیوانات تحت شرایط استاندارد در دمای 22 ± 2 ، رطوبت نسبی ۶۰٪ و دوره روشنایی-تاریکی ۱۲ ساعته نگهداری شدند. حیوانات به صورت نامحدود به آب و غذا (پلیت تهیه شده از شرکت پارس دام ایران) دسترسی داشتند. روش کار با حیوانات مطابق مصوبه کمیته اخلاق معاونت آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان بود.

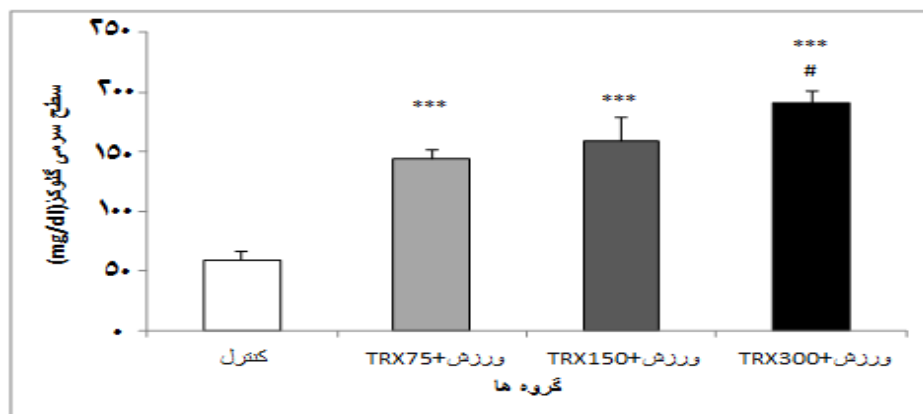
تروگزروتین از شرکت سیگما آمریکا تهیه گردید. دوزهای دارو بر اساس مطالعات گذشته انتخاب شدند (۱۷، ۱۸). دارو به صورت خوراکی تجویز شد (۱۹). گروه‌های آزمایش روزانه به مدت ۳۰ روز دارو به صورت حل شده در آب مقطر با حجم ۳ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن بر روز دریافت نمودند.

یافته ها:

تجویز تروروتین به همراه تمرین باعث شد که سطح سرمی گلوکز در مقایسه با گروه کنترل افزایش یابد ($P < 0/001$) و همچنین سطح سرمی گلوکز در گروهی که ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تروروتین دریافت کردند، در مقایسه با گروهی که ۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم تروروتین دریافت کردند، به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$) (نمودار شماره ۱).

سرمی گلوکز و فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز اندازه گیری شد (۲۵).

جهت آنالیز نتایج مربوط به تغییرات میان گروه های مختلف از آنالیز- واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و در صورت معنی دار بودن اختلاف میانگین ها از Tukey به عنوان تست تعقیبی یا post hoc استفاده شد. سطح معنی داری در کلیه موارد $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

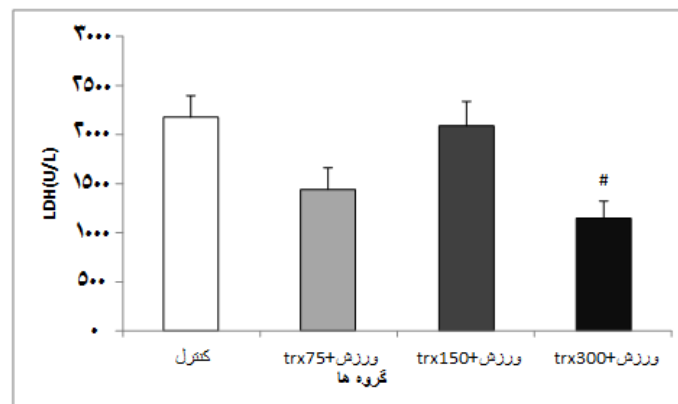


نمودار شماره ۱: سطح سرمی گلوکز در گروه های کنترل و تمرین

داده ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان شده است؛ ($P < 0/05$ ، #) در مقایسه با گروه ورزش + TRX75 و $***P < 0/001$ در مقایسه با گروه کنترل).

گروه های کنترل و ورزش + TRX150 به طور معنی داری کاهش یافت ($P < 0/05$) (نمودار شماره ۲).

فعالیت LDH در گروهی که ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تروروتین دریافت کردند. در مقایسه با



نمودار شماره ۲: فعالیت LDH در گروه های کنترل و تمرین

داده ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان شده است؛ ($P < 0/05$ ، #) در مقایسه با گروه های کنترل و ورزش + TRX150.

بحث:

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تجویز خوراکی تروگزروتین به طور معنی داری در افزایش سطح سرمی گلوکز و کاهش فعالیت LDH متعاقب ورزش شنا وامانده ساز نقش مهمی دارد.

حفظ سطح سرمی گلوکز به عنوان منبع انرژی طی ورزش های شدید حائز اهمیت می باشد؛ همچنین ذخایر گلیکوژن کبدی و عضلات اسکلتی در حفظ سطح گلوکز خون نقش مهمی را بر عهده دارند (۲۶). طی ورزش شدید سطح سرمی گلوکز کاهش می یابد (۲۷)؛ بنابراین گلوکز یک شاخص مهم مرتبط با خستگی عضلانی می باشد.

Sampath و Karundevi نشان دادند که تجویز خوراکی تروگزروتین (۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) به مدت ۳۰ روز سبب افزایش محتوی گلیکوژن، افزایش برداشت گلوکز و افزایش سیگنالینگ انسولین در عضله گاستروکنمیوس موش های مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود (۱۴)؛ بنابراین یک مکانیسم احتمالی افزایش سطح سرمی گلوکز می تواند به علت افزایش محتوی گلیکوژن عضلات باشد. تروگزروتین با افزایش فسفریلاسیون آنزیم AMP-activated protein kinase (AMPK) 5' سبب افزایش اکسیداسیون و افزایش برداشت اسیدهای چرب می شود و همچنین حساسیت به انسولین را با کاهش تری گلیسرید و اسیدهای چرب افزایش می دهد (۱۶). یک مکانیسم احتمالی افزایش سطح سرمی گلوکز ممکن است مربوط به افزایش مصرف اسیدهای چرب و تری گلیسرید توسط بافت عضلانی باشد.

محققین نشان دادند که تجویز خوراکی روتین (rutin) به مدت ۷ روز به طور معنی داری سبب افزایش سطح سرمی گلوکز در موش ها طی ورزش شنا وامانده ساز می گردد (۱۰).

در یک مطالعه ی مشابه، Wang و همکاران نشان دادند که تجویز خوراکی ایکارین (icariin) به مدت ۳۰ روز به طور معنی داری سبب افزایش سطح سرمی

گلوکز و محتوی گلیکوژن عضله گاستروکنمیوس و کبد در موش ها طی ورزش شنا وامانده ساز و همچنین با به تعویق انداختن مدت زمان خستگی موجب بهبود فعالیت ورزشی می شود (۲۸). Wu و همکاران نیز نشان دادند که تجویز خوراکی رزوراترول (resveratrol) به مدت ۲۱ روز به طور معنی داری سبب افزایش سطح سرمی گلوکز در موش ها طی ورزش شنا وامانده ساز می شود و خستگی عضلانی را به تعویق می اندازد (۱۱). نتایج ما نشان داد که تجویز تروگزروتین به مدت ۳۰ روز به طور معنی داری سطح سرمی گلوکز را در مقایسه با گروه کنترل افزایش می دهد که با نتایج مطالعات فوق همسو می باشد.

طی ورزش وامانده ساز مصرف اکسیژن ۱۰ تا ۲۰ برابر افزایش می یابد که سبب افزایش تولید رادیکال های آزاد نظیر گونه های فعال اکسیژن (Reactive Species Oxygen) در میتوکندری ها می شود (۲۹). افزایش رادیکال های آزاد منجر به آسیب مولکول های زیستی و همچنین غشاء پلاسمایی سلول عضله اسکلتی می شود که این آسیب به غشاء همراه با آزادسازی آنزیم LDH است (۳۰)؛ بنابراین افزایش فعالیت LDH سرمی شاخصی مهم برای آسیب عضلانی است. یک مکانیسم احتمالی کاهش فعالیت LDH در مقایسه با گروه کنترل می تواند به علت خاصیت آنتی اکسیدانی تروگزروتین باشد که با حذف رادیکال های آزاد از آسیب غشاء سلولی بکاهد.

برخی مطالعات نشان داده اند که ورزش شنا وامانده ساز سبب افزایش فعالیت LDH می شود و تجویز خوراکی پلی فنول هایی نظیر رزوراترول به طور معنی داری با کاهش فعالیت لاکتات دهیدروژناز سبب کاهش آسیب عضلانی و افزایش عملکرد ورزشی می شود (۱۱، ۳۱). نتایج مطالعه حاضر نیز با این مطالعات هم راستا می باشد.

نتایج مطالعه حاضر می تواند شروع مفیدی برای مطالعات آینده جهت اثربخشی مکمل

سطح سرمی گلوکز و کاهش فعالیت آنزیم LDH در موش های صحرایی نر تمرین کرده می شود. بنابراین تروگزروتین می تواند به عنوان یک مکمل در حفظ منابع انرژی و کاهش آسیب عضلانی طی ورزش سبب بهبود فعالیت ورزشکاران شود.

تشکر و قدردانی:

مقاله حاضر حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ۹/۳۵۶۴ مصوب تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۴ می باشد که با حمایت مالی معاونت آموزشی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان انجام شد. بدین وسیله از همه افرادی که در اجرای این مطالعه ما را یاری نمودند سپاسگزاری می نمایم.

تروگزروتین بر کاهش آسیب عضلانی و افزایش کارایی و عملکرد ورزشکاران باشد؛ همچنین مطالعات بیشتری در رابطه با شناخت و تعیین مکانیسم های احتمالی اثر تروگزروتین بر ورزش پیشنهاد می گردد.

از محدودیت های این مطالعه می توان به عدم بررسی برخی شاخص های مرتبط با آسیب عضلانی و استرس اکسیداتیو نظیر کراتین کیناز و مالون دی آلدئید اشاره کرد.

نتیجه گیری:

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تجویز خوراکی تروگزروتین به مدت ۳۰ روز سبب افزایش

منابع:

1. Shortreed SM, Peeters A, Forbes AB. Estimating the effect of long-term physical activity on cardiovascular disease and mortality: Evidence from the Framingham Heart Study. *Heart*. 2013; 99(9): 649-54.
2. Van Dijk JW, Venema M, Van Mechelen W, Stehouwer CD, Hartgens F, Van Loon LJ. Effect of moderate-intensity exercise versus activities of daily living on 24-hour blood glucose homeostasis in male patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2013; 36(11): 3448-53.
3. Lakka TA, Laaksonen DE. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007; 32(1): 76-88.
4. Williams PT. Lower risk of Alzheimer's disease mortality with exercise, statin, and fruit intake. *J Alzheimers Dis*. 2015; 44(4): 1121-9.
5. Ellemberg D, St-Louis-Deschênes M. The effect of acute physical exercise on cognitive function during development. *Psychol Sport Exerc*. 2010; 11(2): 122-6.
6. Zhang XL, Ren F, Huang W, Ding RT, Zhou QS, Liu XW. Anti-fatigue activity of extracts of stem bark from *Acanthopanax senticosus*. *Molecules*. 2010; 16(1): 28-37.
7. Wang J, Li S, Fan Y, Chen Y, Liu D, Cheng H, et al. Anti-fatigue activity of the water-soluble polysaccharides isolated from *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J Ethnopharmacol*. 2010; 130(2): 421-3.
8. Wang SY, Huang WC, Liu CC, Wang MF, Ho CS, Huang WP, et al. Pumpkin (*Cucurbita moschata*) fruit extract improves physical fatigue and exercise performance in mice. *Molecules*. 2012; 17(10): 11864-76.
9. Lin Y, Liu HL, Fang J, Yu CH, Xiong YK, Yuan K. Anti-fatigue and vasoprotective effects of quercetin-3-O-gentiobiose on oxidative stress and vascular endothelial dysfunction induced by endurance swimming in rats. *Food Chem Toxicol*. 2014; 68: 290-6.
10. Su KY, Yu CY, Chen YW, Huang YT, Chen CT, Wu HF, et al. Rutin, a flavonoid and principal component of *saussurea involucreata*, attenuates physical fatigue in a forced swimming mouse model. *Int J Med Sci*. 2014; 11(5): 528-37.
11. Wu RE, Huang WC, Liao CC, Chang YK, Kan NW, Huang CC. Resveratrol protects against physical fatigue and improves exercise performance in mice. *Molecules*. 2013; 18(4): 4689-702.

12. Djeradi H, Rahmouni A, Cheriti A. Antioxidant activity of flavonoids: A QSAR modeling using Fukui indices descriptors. *J Mol Model*. 2014; 20(10): 2476.
13. Panat NA, Maurya DK, Ghaskadbi SS, Sandur SK. Troxerutin, a plant flavonoid, protects cells against oxidative stress-induced cell death through radical scavenging mechanism. *Food Chem*. 2016; 194: 32-45.
14. Sampath S, Karundevi B. Effect of troxerutin on insulin signaling molecules in the gastrocnemius muscle of high fat and sucrose-induced type-2 diabetic adult male rat. *Mol Cell Biochem*. 2014; 395(1-2): 11-27.
15. Subastri A, Ramamurthy CH, Suyavaran A, Mareeswaran R, Lokeswara Rao P, Harikrishna M, et al. Spectroscopic and molecular docking studies on the interaction of troxerutin with DNA. *Int J Biol Macromol*. 2015; 78: 122-9.
16. Geetha R, Yogalakshmi B, Sreeja S, Bhavani K, Anuradha CV. Troxerutin suppresses lipid abnormalities in the heart of high-fat-high-fructose diet-fed mice. *Mol Cell Biochem*. 2014; 387(1-2): 123-34.
17. Babri S, Amani M, Mohaddes G, Alihemmati A, Ebrahimi H. Protective effects of troxerutin on β -amyloid (1-42)-induced impairments of spatial learning and memory in rats. *Neurophy*. 2012; 44(5): 387-93.
18. Lu J, Wu D-m, Zheng Y-l, Hu B, Cheng W, Zhang Z-f, et al. Troxerutin counteracts domoic acid-induced memory deficits in mice by inhibiting CCAAT/enhancer binding protein β -mediated inflammatory response and oxidative stress. *J Immunol*. 2013; 190(7): 3466-79.
19. Lu J, Wu DM, Hu B, Cheng W, Zheng YL, Zhang ZF, et al. Chronic administration of troxerutin protects mouse brain against D-galactose-induced impairment of cholinergic system. *Neurobiol Learn Mem*. 2010; 93(2): 157-64.
20. Liu DD, Ji XW, Li RW. Effects of siraitia grosvenorii fruits extracts on physical fatigue in mice. *Iran J Pharm Res*. 2013; 12(1): 115-21.
21. Yeh TS, Chuang HL, Huang WC, Chen YM, Huang CC, Hsu MC. Astragalus membranaceus improves exercise performance and ameliorates exercise-induced fatigue in trained mice. *Molecules*. 2014; 19(3): 2793-807.
22. Chen WC, Huang WC, Chiu CC, Chang YK, Huang CC. Whey protein improves exercise performance and biochemical profiles in trained mice. *Med Sci Sports Exerc*. 2014; 46(8): 1517-24.
23. Na CS, Yoon SY, Kim JB, Na DS, Dong MS, Lee MY, et al. Anti-fatigue activity of *Hovenia dulcis* on a swimming mouse model through the inhibition of stress hormone expression and antioxidation. *Am J Chin Med*. 2013; 41(4): 945-55.
24. Jiang DQ, Guo Y, Xu DH, Huang YS, Yuan K, Lv ZQ. Antioxidant and anti-fatigue effects of anthocyanins of Mulberry Juice Purification (MJP) and Mulberry Marc Purification (MMP) from different varieties mulberry fruit in China. *Food Chem Toxicol*. 2013; 59: 1-7.
25. Lu J, Chen YS, A GL, Tu Y. Effects of electric mildly-warmed needle of inner mongolian medicine on liver MDA and GSH content, GSH-Px and SOD activity in fatigue rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2007; 32(3): 167-9.
26. Suh SH, Paik IY, Jacobs K. Regulation of blood glucose homeostasis during prolonged. *Mol cells*. 2007; 23(3): 272-9.
27. Kumar GP, Anand T, Singsit D, Khanum F, Anilakumar K. Evaluation of antioxidant and anti-fatigue properties of *Trigonella foenum-graecum* L. in rats subjected to weight loaded forced swim test. *J Pharmacogn*. 2013; 5(2): 66-71.
28. Wang B, Yan F, Cai L. Anti-fatigue properties of icariin from *Epimedium brevicornum*. *Biomed Res*. 2014; 25(3): 297-302.
29. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: Cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*. 2008; 88(4): 1243-76.
30. Xu C, Lv J, You S, Zhao Q, Chen X, Hu X. Supplementation with oat protein ameliorates exercise-induced fatigue in mice. *Food Funct*. 2013; 4(2): 303-9.
31. Xiao NN. Effects of resveratrol supplementation on oxidative damage and lipid peroxidation induced by strenuous exercise in rats. *Biomol Ther*. 2015; 23(4): 374-8.

Effect of troxerutin on serum glucose level and lactate dehydrogenase activity after exhaustive swimming in male rats

Zamanian M¹, Hajizadeh MR², Shamsizadeh A³, Hakimizadeh E¹, Tavakoli MA^{3*}

¹Student, Physiology- pharmacology Research Center, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, I.R. Iran; ²Biochemistry Dept., Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, I.R. Iran; ³Physiology- pharmacology Research Center, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, I.R. Iran.

Received: 28/Feb/2016 Accepted: 14/May/2016

Background and aims: Exhaustive exercise leads to muscle damage and reduces energy sources such as glucose. The purpose of the present study was to investigate the effect of troxerutin supplementation on serum glucose level and lactate dehydrogenase activity after exhaustive swimming in male rats.

Methods: In this experimental study, 32 male Wistar rats were randomly divided into 4 groups including control, exercise + 75 mg/kg, exercise + 150 mg/kg and exercise + 300 mg/kg troxerutin treatment. All animals performed swimming training for 30 days, 5 d/wk. Troxerutin was administered by oral gavage once daily for four weeks. On the 30 th day, the rats performed an exhaustive swimming exercise, and serum glucose level and lactate dehydrogenase activity were measured.

Results: The results showed that troxerutin supplementation significantly increased serum glucose level compared to the control group ($P<0.001$) and as well as lactate dehydrogenase activity significantly reduced in exercise + troxerutin (300 mg/kg) compared to the control and exercise + troxerutin (150 mg/kg) ($P<0.05$).

Conclusion: The present study showed that troxerutin can significantly affect in reducing of muscle damage exhaustive swimming exercise-induced.

Keywords: Flavonoid, Muscle fatigue, Exhaustive swimming test.

Cite this article as: Zamanian M, Hajizadeh MR, Shamsizadeh A, Hakimizadeh E, Tavakoli MA. Effect of troxerutin on serum glucose level and lactate dehydrogenase activity after exhaustive swimming in male rats. J Shahrekord Univ Med Sci. 2016; 18(5): 1-7.

*Corresponding author:

Department of Physiology and Pharmacology, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan I.R. Iran. Tel: 00989132926241, E-mail: m_alahavakoli@rums.ac.ir